



0.4-6300  
1.1-1.1  
1.1-1.1

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

APPLICANT: Rainald Sander ATTORNEY DOCKET NO.: P00,0184  
SERIAL NO.: 09/497,618 GROUP ART UNIT:  
DATE FILED: February 3, 2000 EXAMINER:  
INVENTION: TEMPERATURE-PROTECTED SEMICONDUCTOR SWITCH

Assistant Commissioner of Patents and Trademarks

Washington, D.C., 20231

Sir:

Please enter of record in the file of the above application, the attached certified copy of German Application No. 199 04 575.5 filed February 4, 1999 and referred to in the Declaration filed in this application. Applicant claims priority of the February 4, 1999 filing date of the attached German Application under the provisions of 35 U.S.C. Section 119.

Respectfully submitted,

(Reg. No. 39,056)

William E. Vaughan  
HILL & SIMPSON  
A PROFESSIONAL CORPORATION  
85TH FLOOR SEARS TOWER  
CHICAGO, ILLINOIS 60606  
TELEPHONE: (312)-876-0200  
ATTORNEYS FOR APPLICANT

**CERTIFICATE OF MAILING**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231 on July 12, 2000.



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Temperaturgeschützter Halbleiterschalter"

am 4. Februar 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 01 L und H 02 H der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 21. Februar 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Aktenzeichen: 199 04 575.5

Wudsm



## Beschreibung

## Temperaturgeschützter Halbleiterschalter

5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen temperaturgeschütz-  
ten Halbleiterschalter mit einem Halbleiterschaltelement aus  
einer Vielzahl an parallel geschalteten Zellen, das eine in-  
tegrierte Reversdiode aufweist, und mit einem Temperatursen-  
sor, wobei das Halbleiterschaltelement und der Temperatursen-  
10 sor zusammen in einem Halbleiter-Körper vom ersten Leitfähig-  
keitstyp integriert sind und wobei der Temperatursensor beim  
Auftreten einer Übertemperatur ein erstes Signal erzeugt.

Zum Schutz vor einer thermischen Überlastung werden Halblei-  
15 terschalter, insbesondere Leistungsschalter, mit integrierten  
Temperatursensoren versehen. Die Temperatursensoren erfassen  
die Temperatur des Leistungsschalters und setzen diese in ein  
temperaturabhängiges, analoges Signal um, welches dann in ei-  
ner Schaltung ausgewertet werden kann. Hierdurch ist zum Bei-  
20 spiel ein Abschalten des Halbleiterschalters möglich, wenn  
eine bestimmte, vorgegebene Temperatur überschritten wurde.

Figur 1a zeigt eine prinzipielle Ansicht eines derartigen  
Halbleiterschalters. Der Halbleiterschalter 1 besteht dabei  
25 aus einem Halbleiterschaltelement T1, z.B. einem MOSFET, das  
eine Vielzahl an parallel geschalteten Zellen (nicht darge-  
stellt) aufweist. In der Nähe der heißesten Stelle ist ein  
Temperatursensor TS integriert, der beispielsweise als Diode,  
Bipolartransistor oder aber Thyristor ausgeführt sein kann.  
30 Der Temperatursensor TS ist zusammen mit dem Halbleiterschalt-  
element T1 in einem Halbleiterkörper integriert. Über eine  
Signalleitung SL1 gibt der Temperatursensor TS bei Über-  
schreiten einer vorgegebenen Temperatur ein Signal aus, wel-  
ches von einer (nicht gezeigten) Auswertung verarbeitet wer-  
35 den kann. Das Signal kann dann dazu hergenommen werden, das  
Halbleiterschaltelement T1 abzuschalten. Hierdurch kann eine  
Überhitzung und somit eine Zerstörung des Halbleiterschalte-

lementes T1 vermieden werden. In Figur 1b ist der prinzipielle Schaltplan des Halbleiterschaltelementes T1, einem MOSFET, und des Temperatursensors TS dargestellt. Technologisch bedingt weist ein MOSFET eine integrierte Reversdiode D1 auf.

5 Für die Verschaltung eines Temperatursensors TS mit dem Halbleiterschaltelement sind viele Varianten bekannt, so daß nur ein Blocksymbol für den Temperatursensor dargestellt ist, der über die Signalleitung 1 mit einem Statusausgang ST1 verbunden ist. Eine Schaltungsanordnung zum Erfassen der Übertemperatur eines Halbleiterschalters in integrierter Form ist beispielsweise in der EP 0 341 482 A1 beschrieben.

Wird der Temperatursensor zusammen mit dem Halbleiterschaltelement in einem Halbleiterkörper integriert, so kann die dem  
15 Halbleiterschaltelement technologisch integrierte Diode von Source nach Drain Probleme bereiten. Wird diese statisch oder temporär in Flußrichtung betrieben, so produziert sie freie Ladungsträger. Die freien Ladungsträger bilden mit dem integrierten Temperatursensor eine parasitäre Struktur. Dies kann  
20 dazu führen, daß der Temperatursensor vermeintlich eine Übertemperatur detektiert und somit ein Signal an die Auswertung abgibt. Dieser Fall kann beispielsweise dann auftreten, wenn jeweils zwei temperaturgeschützte Highside- und Lowside-Schalter zu einer H-Brücke verschalten sind und ein Motor die  
25 Last darstellt. Da der Motor eine Induktivität darstellt, können durch Rückströme die integrierten Reversdioden aktiv werden und freie Ladungsträger produzieren.

Um diesen unerwünschten Zustand zu verhindern, ist es bekannt,  
30 kannt, den Temperatursensor mit einer geeigneten, fest implantierten Ladungsträger-Diffusion zu integrieren, die den Temperatursensor ringförmig umgibt. Durch das Anlegen einer Spannung zwischen die Ladungsträger-Diffusion und der integrierten Reversdiode lassen sich die emittierten Ladungsträger  
35 einfangen. Hierdurch wird der Temperatursensor vor dem Eindringen von Ladungsträgern geschützt. Die Ladungsträger-Diffusionsringe, die auch als sogenannte "Saugringe" bekannt

sind, haben jedoch bei hohen Strömen durch die integrierte Reversdiode nur eine begrenzte Wirkung. Um auch bei hohen Strömen die Ladungsträger einfangen zu können, müßte die Ladungsträger-Diffusion sehr breit ausgeführt werden. Dies hätte jedoch den Nachteil, daß der Temperatursensor eine relativ große Entfernung zur heißesten Stelle des Halbleiterschalt-  
5 elementes aufweist. Gerade bei Halbleiterschaltern mit einer hohen Stromdichte ist jedoch die Reaktionszeit des Temperatursensors bei thermischer Überlastung des Halbleiterschalt-  
10 elementes von großer Bedeutung. Wird die Ladungsträger-Diffusion andererseits zu gering ausgeführt, so kann diese den Temperatursensor bei sehr hohen Strömen durch die Reversdiode D1 nicht ausreichend effektiv schützen, um die unerwünschten parasitären Effekte zum Temperatursensor zu verhin-  
15 dern.

Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung deshalb darin, einen temperaturschützten Halbleiterschalter vorzusehen, der auf einfache Wei-  
20 se das Ansprechen des Temperatursensors nur im Falle einer Übertemperatur ermöglicht.

Diese Aufgabe wird in dem gattungsgemäßen, temperaturschützten Halbleiterschalter gemäß dem Oberbegriff des Pa-  
25 tentanspruchs 1 dadurch gelöst, daß ein Ladungsträger-Detektor vorgesehen ist, der beim Auftreten von freien Ladungsträgern in dem Halbleiterkörper ein zweites Signal erzeugt.

30 Der Ladungsträger-Detektor ist vorteilhafterweise derart ausgebildet, daß zwischen dem Ladungsträger-Detektor, dem Halbleiterkörper und zumindest einer Zelle des Halbleiterschalt-  
elementes ein parasitäres Bauelement gebildet wird. Diese parasitäre Struktur ermöglicht im Falle der Produktion von  
35 freien Ladungsträgern durch die integrierte Reversdiode eine Signalerzeugung. Werden das erste und das zweite Signal einer Auswertung zugeführt und dort logisch miteinander verknüpft,

so ist die Anzeige einer eindeutigen Übertemperatur im Halbleiterschaltetelement sicher gestellt.

Vorteilhafterweise wird der Ladungsträger-Detektor benachbart  
5 dem Temperatursensor angeordnet, der seinerseits in der Nähe  
der heißesten Stelle des Halbleiterschalters angebracht ist.  
Idealerweise wird der Ladungsträger-Detektor benachbart einer  
aus dem Halbleiterschalter herausführenden Signalleitung des  
10 Temperatursensors angeordnet. In diesem Fall kann eine Si-  
gnalleitung des Ladungsträger-Detektors räumlich benachbart  
der Signalleitung des Temperatursensors aus dem Halbleiter-  
schalter herausgeführt werden. Somit ist ein besonders einfache  
Layout des Halbleiterschalters möglich, da gegenüber ei-  
nem aus dem Stand der Technik bekannten Halbleiterschalter  
15 nur wenige Änderungen vorgenommen werden müssen.

Die Auswertung kann vorteilhafterweise zusammen mit dem Halbleiterschalter monolithisch im gleichen Halbleiterkörper integriert werden. In diesem Fall ist eine besonders raumsparende Anordnung des temperaturgeschützten Halbleiterschalters  
20 möglich. Es ist selbstverständlich jedoch auch denkbar, die  
Auswertung in einem separaten Halbleiterchip unterzubringen  
und diesem beispielsweise mittels einer Chip-on-Chip-Montage  
auf dem Halbleiterschalter aufzubringen.

25 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird weiter anhand der folgenden Figuren erläutert.  
30

Es zeigen:

Figur 1a eine prinzipielle, aus dem Stand der Technik be-  
35 kannte, Draufsicht auf einen temperaturgeschützten  
Halbleiterschalter,



Figur 1b das zu Figur 1b dazugehörige Schaltbild,

Figur 2 eine Draufsicht auf den erfindungsgemäßen temperaturgeschützten Halbleiterschalters in einer prinzipiellen Darstellung,

Figur 3 das zu Figur 2 zugehörige elektrische Schaltbild und

Figur 4 einen Querschnitt durch den Halbleiterkörper des erfindungsgemäßen temperaturgeschützten Halbleiterschalters.

Figur 2 zeigt eine prinzipielle Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen temperaturgeschützten Halbleiterschalter 1. Dieser besteht aus einem Halbleiterschaltelement T1, welches aus einer Vielzahl an parallel geschalteten MOS-Zellen (nicht dargestellt) besteht. In der Nähe der heißesten Stelle des Halbleiterschaltelementes T1 ist ein Temperatursensor TS angebracht, der über eine Signalleitung SL1 an einem Statusausgang ST1 beim Überschreiten einer vorgegebenen Temperaturschwelle ein Signal erzeugt. Benachbart dem Temperatursensor TS ist ein Ladungsträger-Detektor LD angeordnet, der ebenfalls eine Signalleitung SL2 aufweist, die mit einem Statusausgang ST2 verbunden ist. Der Ladungsträger-Detektor LD ist dabei benachbart dem Temperatursensor TS angeordnet, wobei die bevorzugte Stelle nahe der Verbindungsstelle der Signalleitung SL1 und dem Temperatursensor TS besteht. Der Ladungsträger-Detektor LD könnte selbstverständlich an jeder beliebigen Stelle im Halbleiterschaltelement T1 angeordnet sein. Die gezeigte Ausführungsform stellt jedoch die am einfachsten zu produzierende Form dar.

In Figur 3 ist das elektrische Schaltbild des erfindungsgemäßen temperaturgeschützten Halbleiterschalters 1 dargestellt. Das Halbleiterschaltelement T1 ist als MOSFET ausgeführt, der technologisch bedingt eine integrierte Reversdiode D1 auf-

weist. Die Anode der Reversdiode D1 ist dabei mit dem Source-Anschluß des MOSFETs verbunden, während die Kathode mit dem Drain-Anschluß in Verbindung steht. Weiterhin weist der Halbleiterschalter 1 den Temperatursensor TS und Ladungsträger-Detektor LD auf, die beide über eine Signalleitung SL1 beziehungsweise SL2 mit einer Auswertung AW verbunden sind. An einem Statusausgang ST3 erzeugt die Auswertung AW ein Signal, welches aus einer Verknüpfung der an den Statusausgängen ST1 beziehungsweise ST2 anliegenden Signale erfolgt.

10

Die Auswertung arbeitet dabei folgendermaßen: Es wird angenommen, daß der Temperatursensor TS im Falle einer Überschreitung einer vorgegebenen Temperatur ein logisches H erzeugt. Produziert die integrierte Reversdiode D1 freie Ladungsträger, so liege am Statusausgang ST2 ein logisches H, ansonsten L an.

15

Wird durch einen bestimmten Betriebszustand die Reversdiode D1 in Flußrichtung betrieben, so produziert sie freie Ladungsträger. Hierdurch bedingt spricht aufgrund einer parasitären Struktur der Temperatursensor TS an und erzeugt am Statusausgang ST1 ein logisches H. Gleichzeitig spricht auch der Ladungsträger-Detektor LD an, so daß er gleichermaßen ein logisches H an seinem Statusausgang ST2 erzeugt. In diesem Fall erzeugt die Auswertung AW an ihrem Statusausgang ST3 zum Beispiel ein logisches L, welches gleichbedeutend mit einem Normalbetriebszustand ist.

20

25

Wird das Halbleiterschaltelement T1 aufgrund eines unnormalen Betriebszustandes sehr heiß, so spricht der Temperatursensor TS an und erzeugt ein logisches H am Statusausgang ST1. Da in diesem Fall die Reversdiode D1 jedoch keine freien Ladungsträger produziert, verbleibt am Statusausgang ST2 ein logisches L. Die Auswertung AW generiert aus diesen beiden Eingangssignalen an ihrem Statusausgang ST3 ein logisches H, was gleichbedeutend mit einer Übertemperatur ist. In diesem Fall kann eine weitere (nicht gezeigte) Auswertung tätig werden,

30

35

welche beispielsweise den Halbleiterschalter 1 ausschaltet oder aber eine Strombegrenzung aktiviert.

In Figur 4 ist ein Querschnitt durch den Halbleiterkörper des temperaturgeschützten Halbleiterschalters 1 dargestellt. Um die Wirkungsweise der Erfindung weiter zu verdeutlichen, sind zudem die elektrischen Schaltsymbole eingezeichnet. In dem Halbleiterkörper ist eine Vielzahl an MOS-Zellen M angeordnet. Der einfachheit halber ist in Figur 4 nur eine einzige derartige MOS-Zelle M dargestellt. Die MOS-Zellen M umgeben jedoch den Temperatursensor TS und den Ladungsträger-Detektor von allen Seiten. Die MOS-Zelle M ist in bekannter Weise angeordnet, das heißt im n-dotierten Halbleiterkörper ist eine p-dotierte Wanne 3 eingelassen, in welcher ihrerseits eine n-dotierte Sourcezone angeordnet ist. Die Sourcezone 4 ist dabei elektrisch nach außen mit einem Sourceanschluß verbunden. Die Gateelektroden G sind durch ein (nicht gezeigtes) Gateoxid über der p-Wanne angeordnet. Der n-dotierte Halbleiterkörper 2 ist mit einem Drainkontakt D verbunden.

Benachbart einer MOS-Zelle M ist ein Temperatursensor TS angeordnet. In der vorliegenden Figur ist dieser als Bipolartransistor 8 ausgeführt. Hierzu wird in dem Halbleiterkörper 2 eine p-Wanne 5 eingelassen, in welcher wiederum eine stark n-dotierte Schicht 6 gelegen ist. Die n-dotierte Schicht 6 ist mit der Signalleitung SL1 mit dem Statusausgang ST1 verbunden. Durch diese Struktur ist der npn-Bipolartransistor 8 gebildet.

Benachbart dem Temperatursensor TS ist der Ladungsträger-Detektor LD angeordnet, der in Form einer stark p-dotierten Wanne im Halbleiterkörper 2 realisiert ist. Die p-dotierte Wanne 7 ist über die Signalleitung SL2 mit dem Statusausgang ST2 verbunden.

Die p-Wanne 3 bildet zusammen mit dem n-dotierten Halbleiterkörper 2 die technologisch bedingte Reversdiode D1. Wird die-

se Diode D1 temporär in Flußrichtung, das heißt von der p-Wanne zum Halbleiterkörper 2, betrieben, so wird gleichzeitig der parasitäre Bipolartransistor 9, der sich aus der p-Wanne 3, dem Halbleiterkörper 2 und der p-Wanne 5 des Temperatursensors bildet, aktiv. Werden folglich Ladungsträger von der p-Wanne 3 zum Halbleiterkörper 2 freigesetzt, so fließt ein Strom über den parasitären Bipolartransistor 9 in die p-Wanne 5. Diese stellt die Basis des als Bipolartransistor ausgeführten Temperatursensors TS dar, der somit am Statusausgang ST 1 ein Signal produziert, welches eine Temperaturerhöhung simuliert. Gleichzeitig wird jedoch auch der parasitäre Bipolartransistor 10 aktiv, der sich aus der p-Wanne 3 der MOS-Zelle M, dem Halbleiterkörper 2 und der p-Wanne 7 des Ladungsträger-Detektors LD bildet aktiv. Es wird deshalb am Statusausgang ST2 auch ein Signal erzeugt. Durch die geeignete Verknüpfung der an den Statusausgängen ST1 und ST2 anliegenden Signale in der Auswertung AW kann eine echte Übertemperatur von einer vermeintlichen Übertemperatur unterscheiden werden.

Durch diese einfache Vorgehensweise kann sehr einfach und vor allem platzsparend eine sehr effektive Temperaturüberwachung realisiert werden. Der Temperatursensor kann, wie gewünscht, in der Nähe der heißesten Stelle des Halbleiterschalters 1 integriert werden. Die Nachteile aus dem vorher beschriebenen Stand der Technik werden somit auf einfache Weise umgangen. Die Herstellung der erfindungsgemäßen temperaturgeschützten Halbleiterschalters ist mit nur wenigen geänderten Herstellungsschritten gegenüber einem üblichen temperaturgeschützten Halbleiterschalter möglich.

## Bezugszeichenliste

	1	Halbleiterschalter (temperaturgeschützt)
	2	Halbleiterkörper
5	3	Basis
	4	Source
	5	Wanne (p)
	6	Wanne (n)
	7	Wanne (P)
10	8	Bipolartransistor
	9	Parasitärer Bipolartransistor
	10	Parasitärer Bipolartransistor (Ladungsträger-Detektor)
	T1	Halbleiterschaltelement (MOSFET)
15	D1	Reversdiode
	M	MOS-Zelle
	SL1	Signalleitung
	ST1	Statusausgang
	LD	Ladungsträger-Detektor
20	SL2	Signalleitung
	ST2	Statusausgang
	AW	Auswertung
	ST3	Statusausgang

## Patentansprüche

1. Temperaturgeschützter Halbleiterschalter (1) mit einem Halbleiterschaltelement (T1) aus einer Vielzahl an parallel geschalteten Zellen (M), das eine integrierte Reversdiode (D1) aufweist, und mit einem Temperatursensor (TS), wobei das Halbleiterschaltelement (T1) und der Temperatursensor (TS) zusammen in einem Halbleiterkörper (2) vom ersten Leitfähigkeitstyp integriert sind und wobei der Temperatursensor (TS) beim Auftreten einer Übertemperatur ein erstes Signal (ST1) erzeugt,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß ein Ladungsträger-Detektor (LD) vorgesehen ist, der beim Auftreten von freien Ladungsträgern in dem Halbleiterkörper ein zweites Signal (ST2) erzeugt.

2. Temperaturgeschützter Halbleiterschalter nach Patentanspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Ladungsträger-Detektor derart ausgebildet ist, daß zwischen dem Ladungsträger-Detektor (LD), dem Halbleiterkörper (2) und mindestens einer Zelle (n) des Halbleiterschaltelementes ein parasitäres Bauelement gebildet wird.

3. Temperaturgeschützter Halbleiterschalter nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das erste und das zweite Signal einer Auswertung zugeführt und dort logisch miteinander verknüpft werden, zur Anzeige einer eindeutigen Übertemperatur im Halbleiterschaltelement.

4. Temperaturgeschützter Halbleiterschalter nach Anspruch 1 bis 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Ladungsträger-Detektor benachbart dem Temperatursensor angeordnet ist.

5. Temperaturngeschützter Halbleiterschalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5     d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t, daß der Temperatursensor in der Nähe der heißesten Stelle des Halbleiterkörpers angebracht ist.

6. Temperaturngeschützter Halbleiterschalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

10     d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t, daß der Ladungsträger-Detektor benachbart einer aus dem Halbleiterschalter herausführenden Signalleitung des Temperatursensors angeordnet ist.

15     7. Temperaturngeschützter Halbleiterschalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

   d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t, daß die Auswertung zusammen mit dem Halbleiterschalter monolithisch integriert ist.

20

8. Temperaturngeschützter Halbleiterschalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

   d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t, daß als Temperatursensor ein Bipolartransistor oder Thyristor vorgesehen  
25     ist.

9. Temperaturngeschützter Halbleiterschalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

   d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t, daß der erste  
30     Leitfähigkeitstyp n-leitend ist.

## Zusammenfassung

Es wird ein temperaturgeschützter Halbleiterschalter mit einem Halbleiterschaltelement aus einer Vielzahl an parallel geschalteten Zellen, das eine integrierte Reversdiode aufweist, und mit einem Temperatursensor vorgeschlagen, wobei das Halbleiterschaltelement und der Temperatursensor zusammen in einem Halbleiterkörper vom ersten Leitfähigkeitstyp integriert sind. Der Temperatursensor erzeugt beim Auftreten einer Übertemperatur ein erstes Signal. Ferner ist ein Ladungsträger-Detektor vorgesehen, der beim Auftreten von freien Ladungsträgern, bedingt durch die integrierte Reversdiode in dem Halbleiterkörper ein zweites Signal erzeugt. Das erste und zweite Signal werden einer Auswertung zugeführt, welche nur im Fall einer echten Übertemperatur zum Beispiel das Abschalten des Halbleiterschalters übernimmt.

Figur 2









